Jee Eun Kang, Will Recker(2013)

The location selection problem for the household activity pattern problem

Transportation Research Part B
Vol.55, pp.75-97, 2013

2013/7/19
交通研M2 山崎敦広

1．本研究の概要

- 個人・家計の「活動場所の選択」と「活動を行う時刻の選択」をモデル化した論文
- 筆者らが研究してきたHAPP(**H**ousehold **A**ctivity **P**attern **P**roblem)を拡張
- HAPPとは：家計の日常生活の活動パターンを示すモデル
- HAPPを「活動タイプ別に、活動場所の候補から目的地を1か所選択する問題」へと拡張している。
- これをLSP(**L**ocation **S**election **P**roblem)-HAPPと呼ぶ

- 動的計画法を用いて、NP-hardな問題を解いている
  – 動的計画法：小さな部分問題を計算して得られた解をメモリに記録し、さらに大きい問題を解くためにそれら記録された結果を有効に使うことによって問題を解く方法

2．本研究で用いる手法の詳細

- 本研究は先述の通り、HAPP(**H**ousehold **A**ctivity **P**attern **P**roblem)を拡張したもの
- HAPPは、PDPTW(**P**ickup and **D**elivery **P**roblem with **T**ime **W**indows：時間窓付き集荷配送問題）の拡張
- PDPTWは時間制約の中で、どうやって集荷・配送を行うかという問題
- それを個人や家族の日常活動のスケジュールの問題として考えるのがHAPP
- 「活動する」＝「活動する場所で、ある家族(or自分)に拾い上げられる」、活動が終了したら「家に送り届けられる」と考える

- HAPPはネットワークベースの数理計画法で、計量経済学やシミュレーションによるアプローチでは説明できないような、**様々な個人や家計の振る舞いを説明できるのが特長**

3．イントロダクション

- 個人や家計の活動場所選択は、単一の目的関数があるわけではなく、活動タイプやtrip-chainや交通手段選択など様々な要因が絡み合う
- 活動の目的地選択を扱うモデルの多くは、ランダム効用理論を用いた離散選択モデルである
- どのように外出の意思決定がなされるか、と関連して、目的地の離散選択モデルはtour-basedアプローチに統合されてきた
- 代表的な既往研究：Bowman and Ben-Akiva(2000)
  - 活動の種類、手段や活動時刻の選択、活動場所選択を含めた統合的なactivity-basedモデルを提案している

- 本論文のアプローチはBowmanらの研究と同じく、統合的に個人のスケジューリングやルート選択をモデル化するものだが、、
- 大多数の（計量経済学に基づく）activity-based approachとの違いは、**ネットワークベースの数理計画法により行うところ**

4. 数理計画法と離散選択モデル比較

- **数理計画法の利点**
  1. 店の営業時間などの**時空間の一時的な制約を**、個人の選択肢集合内で扱うのではなく、**明示的に組み込める**

     (例えばBowman(2000)では、個人のツアー選択が起こりうるすべての時点で、54もの選択肢集合の利用可能性を予め列挙しておく必要がある)
  2. 離散的な変数（場所）と連続的な変数（時間）を統合して扱える点
  3. 離散選択モデルでは推定の制約上、比較的少数の選択肢集合しか扱えない。そのため選択肢集合を減らすために制約条件を強めたり、適切な数にするためにランダムに間引いたりする必要があるが、本手法ではその必要がない

- **数理計画法の欠点**
  1. 離散選択モデルは効用の誤差構造を明示的に扱うが、数理計画法はそれがない。誤差項の構造を仮定することで離散選択モデルは最尤法による推定が容易になるが、数理計画法ではそうならず、推定が難しい

     (推定が難しい為ただの予想の域を出ず、行動の記述・予測という局面に進めていない)
  2. 多くの選択肢集合を扱えるが、その分計算上の負担が増大し、HAPPはNP-hardとして知られている

- このような欠点もあるが、複雑な交通行動のモデリングにおいて、**時空間の制約との整合性がある数理計画法の利用は有益**だと考えられている

5．変数の説明

- 活動は下記の2種類に分けられると考える
  ①予め行く場所が決まっている行動（例：職場、学校）
  ②場所の候補がある行動（例：スーパーでの買物）

$\boldsymbol{M_P} = \{1,2,\ldots,i,\ldots,n_P\}$	家の外で行う活動
$\boldsymbol{P_P}^+ = \{1,2,\ldots,i,\ldots,n_P\}$	予め場所が決まっている活動
$\boldsymbol{A} = \{\boldsymbol{A}_1,\ldots,\boldsymbol{A}_a,\ldots,\boldsymbol{A}_m\}$	活動の種類
$\boldsymbol{P}^+_{\boldsymbol{A}_a} = \{1,2,\ldots i,\ldots,n_{\boldsymbol{A}_a}\}$	それぞれの活動種類ごとの選択肢となる目的地

$X^v_{uw}, u, w \in \boldsymbol{N}, v \in \boldsymbol{V}, u \neq w$	車両V(≒人間)が活動uから活動wまで移動するとき1,それ以外0
$T_u,\ u \in \boldsymbol{P}$	活動uへの参加を始める時刻
$T^v_0, T^v_{2n+1}, v \in \boldsymbol{V}$	車両Vが家を出発する時刻／帰宅する時刻
$Y_u,\ u \in \boldsymbol{P}$	活動uの終了直後からの滞在時間（待ち時間）

６．問題の制約条件

Minimize $Z = \mathit{Household\ Disutility}$	(1)	[目的関数Z] 家計の不効用を最小化する
subject to : $\sum_{v\in V}\sum_{w\in N} X_{uw}^{v} = 1, \quad u \in \boldsymbol{P}_{\mathbf{P}}^{+}$	(2)	予め決まった活動からは、1つだけつながるパスがある
$\sum_{v\in \boldsymbol{V}}\sum_{u\in \mathbf{P}_{A_a}^{+}}\sum_{w\in \mathbf{N}} X_{uw}^{v} = 1, \quad \boldsymbol{A}_a \in \boldsymbol{A}$	(3)	1つの活動場所からは、1つだけつながるパスがのびている
$\sum_{w\in \mathbf{N}} X_{uw}^{v} - \sum_{w\in \mathbf{N}} X_{wu}^{v} = 0 \ u \in \boldsymbol{P}, v \in \mathbf{V}$	(4)	それぞれの活動場所は接続されている。また二度訪れられない。
$\sum_{w\in \mathbf{P}^{+}} X_{0w}^{v} \leqslant 1, \quad v \in \mathbf{V}$	(5)	世帯所有の車両の全てが利用されない可能性がある
$\sum_{u\in \mathbf{P}^{-}} X_{u,2n+1}^{v} - \sum_{w\in \mathbf{P}^{+}} X_{0w}^{v} = 0, \quad v \in \mathbf{V}$	(6)	活動の起点・終点（どちらも家）についての制約
$\sum_{w\in \mathbf{N}} X_{wu}^{v} - \sum_{w\in \mathbf{N}} X_{w,n+u}^{v} = 0 \quad u \in \boldsymbol{P}^{+}, v \in \mathbf{V}$	(7)	家への帰宅トリップは、関連する外出トリップと全く同じ経路を通る

$X_{uw}^{v}, u, w \in \boldsymbol{N}, v \in \boldsymbol{V}, u \neq w$　車両V(≒人間)が活動uから活動wまで移動するとき1,それ以外0

6．問題の制約条件

活動uでの滞在時間

活動u⇒n+uへの移動時間

$$T_u + s_u + t_{u,n+u} \leqslant T_{n+u} \quad u \in \boldsymbol{P}_{\boldsymbol{P}}^{+} \tag{8.1}$$

帰宅時刻は、前の活動uの開始時刻から滞在時間と移動時間を足した時刻より前

$$X_{uw}^{v} = 1 \Rightarrow T_u + s_u + t_{u,n+u} \leqslant T_{n+u} \quad u \in \boldsymbol{P}_{\boldsymbol{A}}^{+}, \quad w \in \mathbf{N}, \quad v \in \mathbf{V} \tag{8.2}$$

$$\sum_{v \in V} \sum_{w \in \mathbf{N}} X_{uw}^{v} = 0 \Rightarrow T_u = T_{u+n} = 0 \quad u \in \boldsymbol{P}_{\boldsymbol{A}}^{+} \tag{8.3}$$

LSP-HAPPでは訪れた場所でのみ(8.1)制約が満たされれば良い。訪れない場所の時間変数が目的関数に影響を与えないよう、(8.3)のように時刻を0と置く

$$X_{uw}^{v} = 1 \Rightarrow T_u + s_u + t_{uw} \leqslant T_w, \quad u, \quad w \in \mathbf{P}, \quad v \in \mathbf{V} \tag{9}$$

次の活動が始まる時刻より前にその場所についている必要がある

$$X_{0w}^{v} = 1 \Rightarrow T_0^{v} + t_{0w} \leqslant T_w, \quad w \in \boldsymbol{P}^{+}, \quad v \in \mathbf{V} \tag{10}$$

$$X_{u,2n+1}^{v} = 1 \Rightarrow T_u + s_u + t_{u,2n+1} \leqslant T_{2n+1}^{v}, \quad u \in \boldsymbol{P}^{-}, \quad v \in \mathbf{V} \tag{11}$$

活動の起点と終点（家）についての制約条件

$X_{uw}^{v}, u, w \in \boldsymbol{N}, v \in \boldsymbol{V}, u \neq w$	車両V(≒人間)が活動uから活動wまで移動するとき1,それ以外0
$T_u,\ u \in \boldsymbol{P}$	活動uへの参加を始める時刻

6．問題の制約条件

$[a_u, b_u]$で活動uの時間窓を表す（例：店の営業時間）

$$a_u \leqslant T_u \leqslant b_u, \quad u \in \boldsymbol{P}_{\boldsymbol{P}}^{+} \qquad (12.1)$$

$$X_{uw}^{\upsilon} = 1 \Rightarrow a_u \leqslant T_u \leqslant b_u, \quad u \in \boldsymbol{P}_{\boldsymbol{A}}^{+}, \quad u \in \mathbf{N}, \quad \upsilon \in \mathbf{V} \qquad (12.2)$$

活動uを訪れる時刻は、uの時間制約内

$$X_{0w}^{\upsilon} = 1 \Rightarrow a_0 \leqslant T_0^{\upsilon} \leqslant b_0, \quad w \in \boldsymbol{P}^{+}, \quad \upsilon \in \mathbf{V} \qquad (13.1)$$

$$\sum_{w \in \mathbf{P}^{+}} X_{0w}^{\upsilon} = 0 \Rightarrow T_0^{\upsilon} = 0, \quad \upsilon \in \mathbf{V} \qquad (13.2)$$

$$X_{u,2n+1}^{\upsilon} = 1 \Rightarrow a_{2n+1} \leqslant T_{2n+1}^{\upsilon} \leqslant b_{2n+1}, \quad u \in \boldsymbol{P}^{-}, \quad \upsilon \in \mathbf{V} \qquad (14.1)$$

$$\sum_{u \in \mathbf{P}^{-}} X_{u,2n+1}^{\upsilon} \Rightarrow T_{2n+1}^{\upsilon} = 0, \quad \upsilon \in \mathbf{V} \qquad (14.2)$$

活動の起点・終点（家）の時間制約。
その日に外出しない場合は、目的関数に
影響を及ぼさないよう時刻を0にする

$X_{uw}^{\upsilon}, u, w \in \boldsymbol{N}, \upsilon \in \boldsymbol{V}, u \neq w$	車両V(≒人間)が活動uから活動wまで移動するとき1,それ以外0
$T_u, u \in \boldsymbol{P}$	活動uへの参加を始める時刻

6．問題の制約条件

$$X^{v}_{uw}=1 \Rightarrow Y_u+d_w=Y_w,\quad u\in \boldsymbol{P},\quad w\in \boldsymbol{P}^{+} v\in \mathbf{V} \tag{15}$$

$$X^{v}_{uw}=1 \Rightarrow Y_w-d_w=Y_w,\quad u\in \boldsymbol{P},\quad w\in \boldsymbol{P}^{-} v\in \mathbf{V} \tag{16}$$

$$X^{v}_{0w}=1 \Rightarrow Y_0+d_w=Y_w,\quad w\in \boldsymbol{P}^{+},\quad v\in \mathbf{V} \tag{17}$$

$$Y_0=\mathbf{0},\quad 0\leqslant Y_u\leqslant D,\quad u\in \boldsymbol{P}^{+} \tag{18}$$

1回のツアーでの最大訪問数についての制約

$$\sum_{v\in V}\sum_{u\in \mathbf{N}}\sum_{w\in \mathbf{N}} c^{v}_{uw}X^{v}_{uw}\leqslant B_c \tag{19}$$

$$\sum_{u\in \mathbf{N}}\sum_{w\in \mathbf{N}} t^{v}_{uw}X^{v}_{uw}\leqslant B^{v}_{t} \tag{20}$$

家計の予算制約内で移動が行われるという制約

$$X^{v}_{uw}=\begin{cases}0\\1\end{cases},\quad u,\quad w\in \mathbf{N},\quad v\in \mathbf{V} \tag{21}$$

$$T_u\geqslant \mathbf{0},\quad u\in \boldsymbol{P} \tag{22}$$

$$T^{v}_{0},\quad T^{v}_{2n+1}\geqslant 0,\quad v\in \mathbf{V} \tag{23}$$

各々の変数が整数、非負となるための制約

$X^{v}_{uw}, u, w\in \mathbf{N}, v\in \mathbf{V}, u\neq w$	車両V(≒人間)が活動uから活動wまで移動するとき1,それ以外0
$T_u,\ u\in \boldsymbol{P}$	活動uへの参加を始める時刻

7．問題の解法

- HAPPは前述の通りNPハードな問題である。既往研究では活動数の少ないものしか存在しない
- 活動場所選択問題への拡張は、目的地となる活動場所の選択肢も考えねばならないので、更に計算負荷が増えるという問題がある

- HAPPの拡張元であるPDPTW(時間窓付き集荷配送問題)では多数のアルゴリズムが開発されており、現在約2500の施設数を扱うことに成功している
- 本研究ではDumas(1991)の提案した方法をもとに、LSP-HAPPへと適用した
  - 動的計画法を用い、利用可能な経路を副問題として生成し、そしてそれらの経路の組み合わせにより、それぞれの経路と車両を決定するという主問題を解く方法
  - Ford(1958)により、多品種問題において、副問題として利用可能な経路を生成する方法が最短経路問題となることが示されている
  - 今回のLSP-HAPP問題では、制約式(1)～(7)があるので多品種問題として成立しているといえる

7．問題の解法

- 動的計画法を用いて解くために、制約式を下記の通り書き換える

r	車両Vが利用可能な経路（前述の制約(8)～(22)を満たすような経路）
Ψ	利用可能な経路群
Y_r	パスrが使われたら1, それ以外の場合0
a_{ir}	パスrが活動場所のノードiを含む場合1, そうでない場合0
c_r	パスrを利用するコスト

$$minimize \sum_{r \in \Psi} c_r Y_r \qquad (a)$$

[目的関数] 家計が受けるコストを最小化する

$$\sum_{r \in \Psi} a_{ir} Y_r = 1, i \in \boldsymbol{P}_{\boldsymbol{P}}^{+} \qquad (b1)$$

予め決めてある活動場所を、ちょうど一回訪れる

$$\sum_{i \in \boldsymbol{P}_{\boldsymbol{A}_a}^{+}} \sum_{r \in \Psi} a_{ir} Y_r = 1 \boldsymbol{A}_a \in \boldsymbol{A} \qquad (b2)$$

各活動のタイプごとに、選択肢の中から選ばれた活動場所をちょうど一回訪れる

$$\sum_{r \in \Psi} Y_r \leqslant |V| \qquad (c)$$

8．動的計画法

- 諸制約を満たす経路rを見つける副問題を、解くためのアルゴリズムは次の通り

初期状態(k=1) ：家から出てある活動場所を訪れた状態

$\{(\{j\},j),\ j \in \boldsymbol{P}^{+}\}$

$$T(S_\alpha, j) = \{\max(a_j, a_0 + t_{0,j}) \leqslant t(S_\alpha, j) \leqslant b_j,$$
$$t(S_\alpha, 0) + t_{0,j} \leqslant t(S \cup \{j\}_\alpha, j)\}$$
$$c(S_\alpha, j) = c_{0,j}$$
$$d(S_\alpha, j) = d_i$$

$t(S_\alpha, i)$ ルートαを通ってiに到着する時刻

$c(S_\alpha, i)$ ルートαを通ってiに到着する時の累積コスト

$d(S_\alpha, i)$ ルートαを通ってiに到着する時の、今までの累積滞在回数

繰り返し(k≧2) ：1つノードjを新たに加え、新たな状態をつくる。

制約条件をクリアすれば、その状態で到着時刻/コスト/滞在回数の合計が更新

$$T(S \cup \{j\}_\alpha, j) = T(S_\alpha, j) \cup \quad \{\max(a_j, T_i + s_i + t_{i,j}) \leqslant t(S \cup \{j\}_\alpha, j) \leqslant b_j,$$
$$t(S_\alpha, i) + s_i + t_{i,j} \leqslant t(S \cup \{j\}_\alpha, j)\}$$
$$c(S \cup \{j\}_\alpha, j) = c(S_\alpha, i) + c_{i,j}$$
$$d(S \cup \{j\}_\alpha, j) = d(S_\alpha, i) + d_j$$

新たな状態が生成されなくなったら、繰り返し終了。
最後に次の最小化問題を計算する。総コストを更新される。

$$\text{Minimize } f(T_0, T_1, \ldots, T_{2n}, T_{2n+1}) \text{ such that } T(S_\alpha, 2n+1)$$

8．動的計画法

- <u>経路の除去基準</u>
  - 調べる必要のある経路を減らすことで、計算量を減らすことが出来る。
  - 除去基準は、「予め決定された活動のノードは再訪されない」「同一活動タイプのノードは再訪されない」等…
- 副問題を解くことにより見つけられた経路 r は、主問題(a)-(c)を解くのに用いられる
- これを用いて、目的関数を最小化するような活動時間・活動場所が選択される

9．LSP-HAPPの適用例①

- 車両一台で、職場(固定)とスーパー(2店舗から1つ選ぶ)を回る
  - 制約①車両は6~20時に行われる活動に利用可能

    ②車両は21時に家に戻さねばならない

    ③職場は1か所で、8~9時に始業し、労働時間は9時間

    ④スーパーは2か所、営業時間は6~22時、買物所要時間は1時間

$$\boldsymbol{M} = \boldsymbol{M}_p \cup \boldsymbol{A} = \{1,2,3\}; \quad n = n_P + n_A = 3$$
$$\boldsymbol{P}_{\boldsymbol{P}}^{+} = \{1\}$$
$$\boldsymbol{P}_{\boldsymbol{A}}^{+} = \{2,3\}$$
$$\boldsymbol{P}_{\boldsymbol{P}}^{-} = \{4\}$$
$$\boldsymbol{P}_{\boldsymbol{A}}^{-} = \{5,6\}$$
$$\boldsymbol{P}^{+} = \boldsymbol{P}_{\boldsymbol{P}}^{+} \cup \boldsymbol{P}_{\boldsymbol{A}}^{+} = \{1,2,3\}$$
$$\boldsymbol{P}^{-} = \boldsymbol{P}_{\boldsymbol{P}}^{-} \cup \boldsymbol{P}_{\boldsymbol{A}}^{-} = \{4,5,6\}$$
$$\boldsymbol{P}_{\boldsymbol{P}} = \boldsymbol{P}_{\boldsymbol{P}}^{+} \cup \boldsymbol{P}_{\boldsymbol{P}}^{-} = \{1,4\}$$
$$\boldsymbol{P}_{\boldsymbol{A}} = \boldsymbol{P}_{\boldsymbol{A}}^{+} \cup \boldsymbol{P}_{\boldsymbol{A}}^{-} = \{2,3,5,6\}$$

←制約はこのように書ける

with time availability windows, and corresponding return-home windows:

$$[a_i, b_i] = \begin{bmatrix} a_1, b_1 \\ a_2, b_2 \\ a_3, b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 8, 9 \\ 6, 21 \\ 6, 21 \end{bmatrix}, \quad [a_{n+i}, b_{n+i}] = \begin{bmatrix} a_4, b_4 \\ a_5, b_5 \\ a_6, b_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6, 21 \\ 6, 22 \\ 6, 22 \end{bmatrix},$$

$$[a_0, b_0] = [6, \quad 20]$$

$$[a_{2n+1}, b_{2n+1}] = [a_{13}, b_{13}] = [6, \quad 21].$$

9．LSP-HAPPの適用例①

- この例では、最小化すべき目的関数を

「家計が支払う燃料費＋外出時間×時間価値」と置く

$$F \cdot \sum_{u \in N} \sum_{w \in N} t_{uw}^{v} X_{uw}^{v} + V \cdot [T_{2n+1} - T_0]$$

F: 時間当たり燃料費＄6.25/h
V: 時間価値 ＄15/h

- 各地点間の所要時間をP.83の表のように仮定する
- 上の目的関数を最小化する経路・出発/到着時刻は右図の通り。

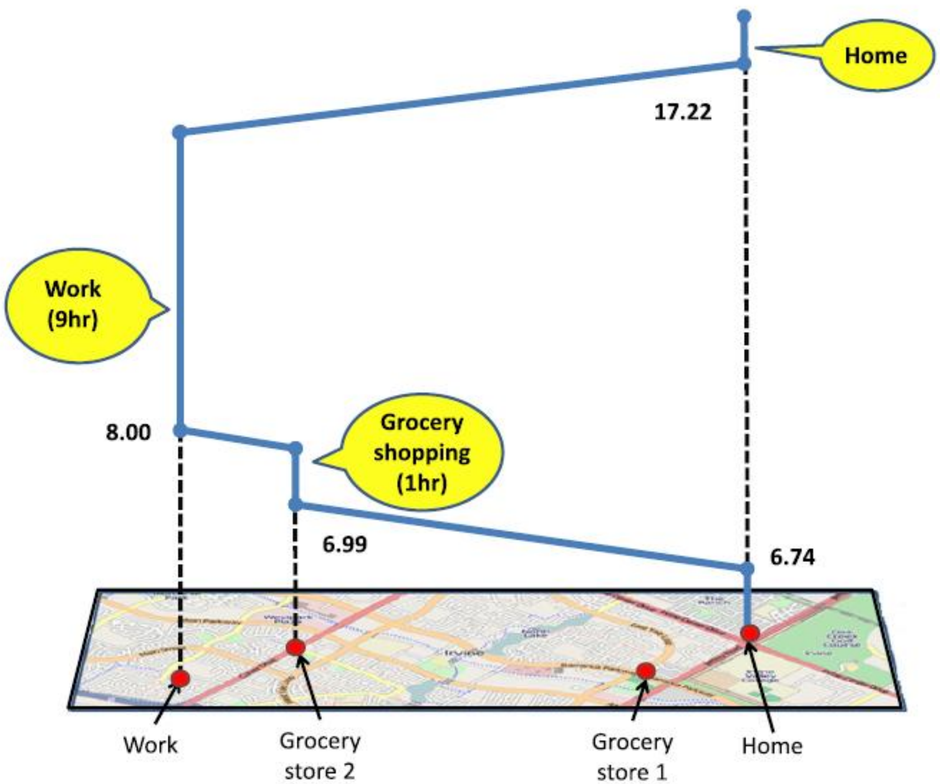


Fig. 1. Optimal activity pattern of grocery shopping location selection involving a single vehicle.

10. LSP-HAPPの適用例②

- 車両を2台に増やす場合を考える
- 家計の目的関数は次式のように変わる

$$F \cdot \sum_{v\in \boldsymbol{V}}\sum_{u\in \boldsymbol{N}}\sum_{w\in \boldsymbol{N}} t^{v}_{uw} X^{v}_{uw} + V \cdot \sum_{v\in \boldsymbol{V}} [T^{v}_{2n+1} - T^{v}_{0}]$$

制約①車両は6~20時に行われる活動に利用可能
　　　車両は21時に家に戻さねばならない
　　②職場は1か所で、8~9時に始業し、
　　　労働時間は9時間
　　③スーパーは2か所、営業時間は6~22時、
　　　買物所要時間は1時間
　　④12時～12時半の間に送迎を行う。
　　　送迎の所要時間は0.1時間

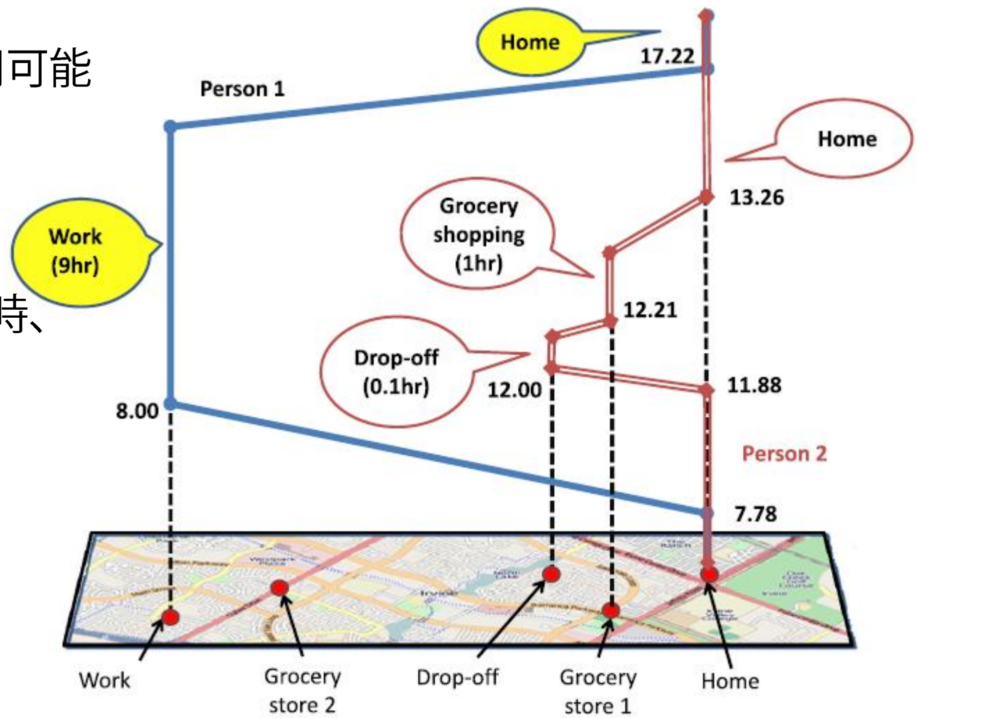


Fig. 2. Optimal activity pattern of grocery shopping location selection for a household with two vehicles.

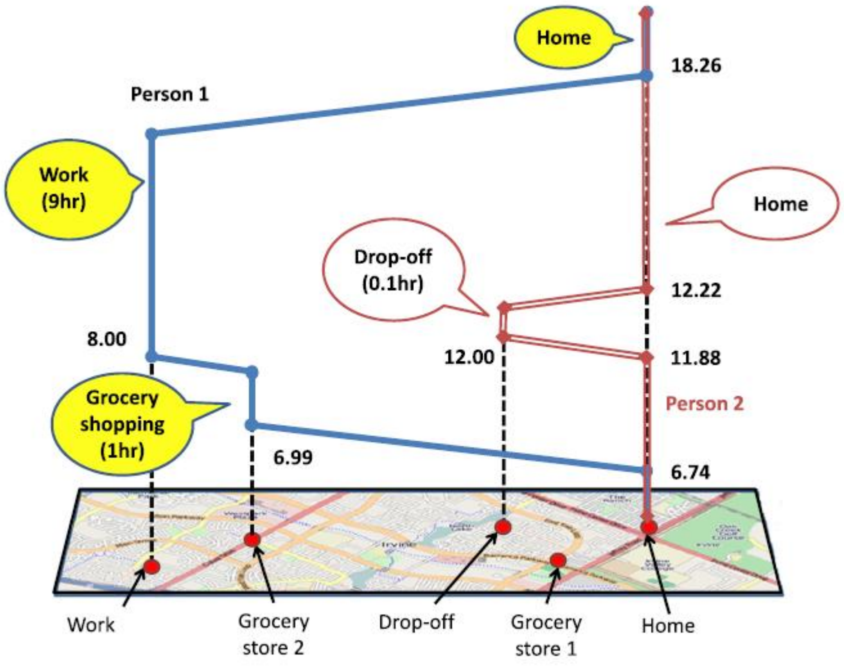
- 上の目的関数を最小化する経路・出発到着時間は右図の通り

11. LSP-HAPPの適用例③

- 次に、誰がやるかが、決まっている行動を考慮する。（例えば、職場に他の家族が行っても困る…）
- 次式を制約条件として新たに考える

$$\sum_{w \in \Omega_v} \sum_{u \in \boldsymbol{P}} X_{u,w}^{v} = 0,\ v \in \boldsymbol{V}$$

- Ω^Vは車両・個人Vでは出来ない活動群を表す
- Person 1 が職場、買い物両方を行う場合を考える
- それ以外の経路は消去されるよう、経路 r の算出アルゴリズムに組み込む
- 結果は右図の通り。



12. ケーススタディ

- LSP-HAPPをカリフォルニア州オレンジ郡に住む13世帯に適用した
- 買物行動を調査期間中にしていた世帯が対象で、データはCalifornia Travel Surveyより抽出している
- 個々の家計の不効用は次式で表される

$$\min Z = \beta^E \sum_{v \in V} (T_{2n+1}^v - T_0^v) + \beta^D \sum_{w \in P^+} (T_{w+n} - T_w) + \beta^T \sum_{v \in V} \sum_{u \in N} \sum_{w \in N} t_{uw}$$

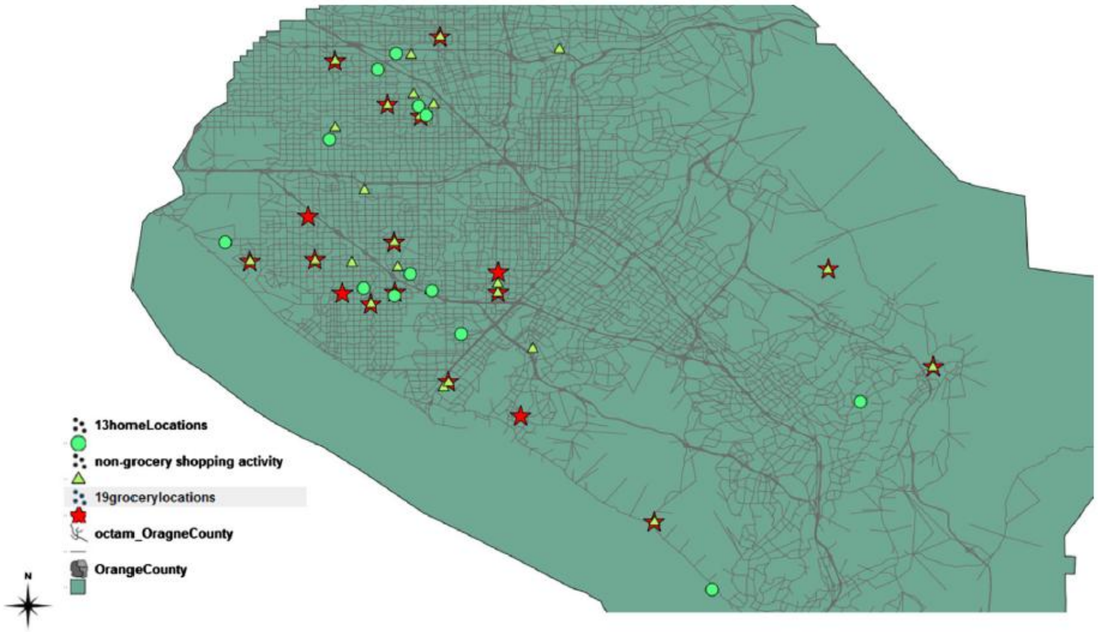


Fig. 4. Case study area.

12. ケーススタディ

- 買物場所の候補となるのは19ヶ所。

（結果）

- 13世帯のうち8世帯は、推定と全く同じ場所を訪れた。
- 5世帯はモデルの結果と実際では走行距離が2mileほど異なった
- 買い物に出かける時刻の誤差は平均1.67時間

- 精度は、時間制約の情報がどれだけ正確に得られているかに大きく依存

- 推定にかかった時間は、平均2910秒と十分早いといえる
（CPLEXライブラリを利用）

13. 計画立案への示唆

- Activity-basedの交通計画立案や需要予測を行うためには、空間上の活動パターンをうまく統合することが重要となる。
- LSP-HAPPは家庭の日常の活動時刻と活動場所選択を表現できるが、活動パターンの統合のためにも有用である

- 計画立案の文脈では、「計画上望ましい旅行時間の和」と「生成される旅行時間の和」の差を最小化する目的関数を用いることが出来る

$$minimize \left| \bar{t} - \sum_{v \in V} \sum_{u \in N} \sum_{w \in N} t_{uw}^{v} X_{uw}^{v} \right|$$

14. 結論・まとめ

- HAPPの拡張により、活動場所選択を含んだ問題へと発展させた
- LSP-HAPPはNP-hardであるが、PDPTWのために開発された動的計画法を用いて、十分な速さで結果を導出することができた
- ケーススタディより、モデルは活動場所選択と活動開始時刻の選択について、十分合理的な結果を示せることがわかった
- LSP-HAPPは個人の嗜好や社会的属性を考慮していないが、それらを測定できるのなら、目的関数に組み込むことでモデルに反映できる
- Activity-basedな交通計画立案のため、活動パターンや経路を統合する必要があるが、その際にLSP-HAPPは有用である可能性がある